

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭63-21233

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭公告 昭和63年(1988)5月6日

G 06 K 9/00
G 06 F 15/62
15/70

4 6 0
4 6 0

6615-5B
8419-5B

発明の数 1 (全16頁)

⑮発明の名称 指紋照合装置

⑯特 願 昭57-111114

⑰公 開 昭59-778

⑱出 願 昭57(1982)6月28日

⑲昭59(1984)1月5日

⑳発 明 者	浅 井 絃	東京都港区芝五丁目33番1号	日本電気株式会社内
㉑発 明 者	泉 澤 裕 之	東京都港区芝五丁目33番1号	日本電気株式会社内
㉒発 明 者	大 和 田 克 明	東京都港区芝五丁目33番1号	日本電気株式会社内
㉓発 明 者	木 下 誠 一 郎	東京都港区芝五丁目33番1号	日本電気株式会社内
㉔発 明 者	松 野 竣 治	東京都港区芝五丁目33番1号	日本電気株式会社内
㉕出 願 人	日本電気株式会社	東京都港区芝五丁目33番1号	
㉖代 理 人	弁理士 内 原 晋		
審 査 官	岡 部 恵 行		

1

2

⑳特許請求の範囲

1 採取された2つの指紋が同一であるか否かを、前記2つの指紋の紋様特徴によつて判別する指紋照合装置において、

- (1) 2次元量子化パターン記憶、及び前記パターン記憶の各要素へのアドレス、書込み及び読出し信号線からなり前記紋様特徴のうち紋様有効領域を示すパターンを保持する領域パターン記憶手段と、 5
- (2) 前記紋様特徴のうちの複数の特徴点データ群を、表形式で保持する特徴点リスト記憶、前記各特徴点データの単一又は複数の特徴点データ要素へのアドレス、書込み及び読出し信号線、及び前記読出し信号のうち座標関連データ読出し信号に対し所定の座標変換を行う座標変換回路を内蔵した特徴点リスト記憶手段と、 15
- (3) 前記2つの紋様特徴の特徴点データの座標偏差を2次元量子化偏差単位の頻度分布として保持する偏差平面、及び量子化偏差要素へのアドレス、書込み及び読出し信号線とからなる偏差平面記憶手段と、 20
- (4) 前記2つの紋様特徴のうち一方の特徴点毎に他方の特徴点番号と候補対値とからなる候補対を表形式で保持する候補対リスト記憶、及び前記候補対単位へのアドレス、書込み及び読出し 25

信号線とからなる候補対リスト記憶手段と、

- (5) 前記候補対から選択された特徴点对を、前記2つの紋様特徴に対応して双対的に、一方の特徴点毎に他方の特徴点番号と対値とからなる特徴点对を表形式で保持する2つのリスト記憶、及び前記各対リスト記憶の前記特徴点对単位へのアドレス、書込み及び読出し信号線とからなる対リスト記憶手段と、
- (6) 前記特徴点リスト記憶に保持されている前記2つの紋様特徴に対する特徴点データ対を入力し、各特徴点データ要素の差異を閾値比較するとともに候補値を算出する対検査回路と、
- (7) 前記対リスト記憶内で対が形成されない同一指紋の特徴点对によつて指定される前記特徴点リスト記憶上の特徴点データを入力し前記特徴点データの座標関連要素を閾値比較することにより、対向特徴点であることを判別出力する対向検査回路と、
- (8) 前記領域パターン記憶手段、各リスト記憶手段及び偏差平面記憶手段の各アドレス、書込み及び読出し信号線と接続され、前記各検査回路の入力及び出力信号線と接続され、さらに外部からの前記2つの紋様特徴を入力し、最終出力である前記2つの紋様特徴の照合値を出力する信号線を有し、順序制御、アドレス生成、一時

3

記憶、四則演算及び比較機能を内蔵する制御部と、

から構成され、前記制御部の順序制御に従つて、前記各アドレス、書込み及び読出し信号線、及び入出力信号線を利用して

(イ) 前記 2 つの紋様特徴を入力し、前記領域パターン記憶及び特徴点リスト記憶に記憶保持した後、

(ロ) 対検査回路を用いて、前記 2 つの紋様特徴の特徴点データから予じめ設定された閾値によつて候補対を選択し前記候補対リスト記憶に保持し、

(ハ) 前記選択された候補対の特徴点データの偏差を前記偏差平面に累積した結果から得られる最大累積偏差によつて座標整合のための前記特徴点データの座標変換を行い、

(ニ) 再び、候補対によつて指定された特徴点データ対を前記対検査回路を用いて予じめ設定された閾値により範囲外の候補対を削除することによつて精選し、

(ホ) 前記再精選した候補対に対して、候補対中に存在する近傍関係によつて候補対値を補正し、

(ヘ) 前記更新された候補対値を対値とし、前記対値によつて選択される特徴点対を前記対リスト記憶に記憶保持し、

(ト) 再び前記対リスト記憶中の特徴点対の近傍関係から対値を補正した後、

(チ) 前記対リスト記憶中で対を形成しない非対特徴点に対し、同一指紋上の非対特徴点を前記特徴点リスト記憶から読出し、対向検査回路を用いて、予じめ設定された閾値による対向特徴点検査によつて対値を補正し、

(リ) 前記非対特徴点データ要素、及び前記要素の座標値による前記領域パターン記憶出力から、共通照合領域外の前記対値を補正した後、

(ル) 前記 2 つの紋様特徴に対応する対値群及び各特徴点数とから照合値を算出出力することを特徴とした指紋照合装置。

発明の詳細な説明

この発明は、指紋等の縞状パターンから構成された紋様の同一性を、その紋様特徴によつて照合する装置に関するものである。

従来、指紋等の縞状パターンの照合のための特徴として、第 1 図に示したように指紋画面 0 上に

4

於ける紋様を構成する隆線 0 1 の端点 0 2 及び分岐点 0 3 である各特徴点 M_f ($f = 1, 2, \dots, F$) の、指紋画面 0 の上に於ける位置 (X_f, Y_f)、方向 D_f 、リレーション ($M_{fr}, R_{fr}; r = 1$

5 ~ 4)、及び集密度 C_f を用いることが提案された。これら特徴の抽出装置は特願昭 54-39648 号明細書 (特開昭 55-138174 号公報) に、また照合装置については特願昭 54-98966 号明細書 (特開昭 56-24675 号公報) に示されている。ここでリレーションとは各特徴点 M_f に対し、これを原点とする局所座標系 (x, y) の各 4 象限 ($r = 1 \sim 4$) に於ける各々の最近傍特徴点 M_{fr} に対し、原点 M_f と結んだ直線上の隆線交叉数を R_{fr} と定義し、さらに集密度 C_f は上記原点 M_f を中心とする一定円領域内に存在する近傍特徴点の集密性を定量化したものである。しかしながら、前記特願昭 54-98966 号明細書に示された照合装置では、照合すべき 2 つの指紋に於いて、個々の特徴点の対応関係を厳密に評価していないため、検索ファイルが多量になると識別能力が十分でない点に大きな問題があつた。

本発明の目的は、照合すべき 2 つの指紋に於て、その対応する特徴点「対」を厳密に評価することにより、より高性能な指紋照合を可能とする装置を提供することにある。

次に図面を参照して本発明について詳細に説明する。装置の説明の前に照合すべ指紋のデータ形式について定義を行う。2 つの指紋を照合する場合理解を助けるために、一方を探索指紋、他方をファイル指紋と呼ぶこととする。通常の指紋照合は、多量のファイル指紋の中から探索指紋に合致するファイル指紋を検索する処理として行われる。

以下の説明では指紋照合の基本処理として、問題となつている一つの探索指紋をファイルから順次選択される一つのファイル指紋の対指紋照合について説明する。探索指紋の特徴は領域パターン R_N 及び特徴点リスト ($N_s; s = 1 \sim S$) からなり、ファイル指紋の特徴は領域パターン P_M 及び特徴点リスト ($M_f; f = 1 \sim F$) からなる。両指紋特徴のデータ形式は同じであるのでファイル指紋の特徴についてのみ第 2 図 a, b に示した。

第 2 図中で特徴点リスト b の内容については第 1 図との対応で既に説明した。一方同図 a に示す

領域パターン P_M については第1図04で示される紋様押捺領域を示す2値パターンであつて、例えば紋様押捺領域内の領域パターン要素を“1”で、紋様押捺領域外の領域パターン要素を“0”で表わす。領域パターンの抽出方法は例えば特願昭51-152377号明細書（特開昭53-75824号公報）に示された装置で実現できる。ここで、前記特徴点 M_r は領域パターン P_M 中“1”で示される領域内のみで抽出され、“0”で示される領域内では抽出されないことに注意すべきである。

次に、本発明による指紋照合装置の一実施例の構成を第3図で示すブロック図で説明する。本発明になる指紋照合装置は、制御部10に対し、探索指紋の特徴を記憶する領域パターン記憶11Nと特徴点リスト記憶12N、ファイル指紋の特徴の記憶する領域パターン記憶11Mと特徴点リスト記憶12M、対検査回路15、対向検査回路16、偏差平面17、対候補リスト記憶18、探索指紋及びファイル指紋の対特徴点を保持する対リスト記憶19N、19Mで構成され、上記各記憶及び偏差平面についてはアドレス信号線110N、110M、120N、120M、170、180、190N、190M、書込み信号線111N、111M、121N、121M、171、181、191N、191M、読出し信号線112N、112M、122N、122M、132N、132M、172、182、192N、192Mで、また上記各検査回路については入力信号線151、161、出力信号線152、162の各信号線群で、制御部10に結合されている。また照合システム全体からのインターフェイス信号として探索指紋及びファイル指紋の特徴データを入力する入力信号線101及び照合結果を出力する出力信号線102が備えられている。またファイル指紋の特徴点リスト記憶12Mについては、第2図bを参照して、特徴点 M_r に対して X_r 、 Y_r 、 D_r 、 C_r 、 M_{ir} 、 R_{ir} ($r=1\sim 4$)の情報を保持するが、この内座標関連データである X_r 、 Y_r 、 D_r に対して、座標変換回路13Mがその出力信号線131Mに設けられている。この座標変換回路13Mの変換量設定のための信号線は130Mであり、出力信号線が132Mとなっている。探索指紋に対する特徴点リスト記憶12Nについても全く同一の構造である。

第4図は、第3図になる照合装置の動作概要を説明するフローチャートである。まず照合すべき探索指紋及びファイル指紋の各特徴である領域パターンと特徴点リストを本照合装置内に入力すると、各特徴点リスト内に登録されている全特徴点を総当り的にその位置、方向及びリレーションで検査し、対応する可能性のある特徴点对を候補対リストに記憶する。次に、この候補対に従つて最も対応特徴点一致する座標整合量を求め、ファイル指紋の特徴点リストをこの整合量に従つて座標整合する。次いで、座標整合後の特徴点リストを、その配置で検査し候補対を精選する。さらに、精選された候補対を基に、リレーションによる対応関係を検査し、各候補対に与えられている候補対値を補正する。このようにして得られた候補対リストから最終的な対特徴点を決定する対リストを生成した後、再度リレーションによる対値の補正、及び領域パターン、対向特徴点の検査、集密性の検査を行つて対値の最終的な値を決定する。対値を集計し、照合特徴点で正規化した照合値が本照合装置の最終出力として算出出力される。尚、座標整合時に適当な整合量が発見されない時は、座標整合過程以下の照合過程を省略して予じめ設定されている便宜的な不一致を表わす照合値を照合値として出力することにより照合速度の向上を行う。以降では、上記動作概要の順に、各部の構成及び動作について詳細に説明する。

第3図を参照して、照合すべき探索指紋の領域パターン P_N 及び特徴点リスト ($N_s; s=1\sim S$) が入力信号101（信号と信号線は対応している限り、以降混用する。）を介して入力されると、制御部10は領域パターン記憶11Nにアドレス信号110Nを発生し、書込み信号111Nを介して領域パターン P_N を書込み保持する。また特徴点リストも特徴点リスト記憶12Nにアドレス信号120Nを発生し、書込み信号121Nを介して書込み保持する。

次にファイル指紋の領域パターン P_M 及び特徴点リスト ($M_f; f=1\sim F$) も同様に、領域パターン記憶11M、特徴点リスト記憶12Mにアドレス信号110M、120Mを発生し、書込み信号111M、121Mを介して書込み保持する。領域パターン記憶11M、11Nは、第2図aで示したように、2次元格子状の2値データを

保持する通常のメモリで、そのアドレス信号110M, 110Nは格子要素即ち領域パターン要素を選択アドレスするものである。また特徴点リスト記憶12M, 12Nは、第2図bに示す特徴点データ群を保持するもので、そのアドレス信号120M, 120Nが特徴点 M_i , N_s を単位として指定する通常のメモリである。これらのメモリについてはすでに公知のものであり特に説明を要しない。このようにして照合されるべき探索指紋とファイル指紋が保持されると実際の照合動作が開始される。

第1の過程は候補対リストの生成である。即ち探索指紋の各特徴点 N_s ($s=1\sim S$) に対し、ファイル指紋の各特徴点 M_i ($i=1\sim F$) を総当り的に、制御部10がアドレス信号120N, 120Mを発生して、読出し信号132N, 122N, 132M, 122Mを介して読出す。特徴点データの内、位置(X_s, Y_s)及び方向 D_s 、位置(X_i, Y_i)及び方向 D_i は、座標変換回路13N, 13Mを経由して信号132N, 132Mから読出され、集密量 C_s, C_i 、及びリレーション N_{sr}, R_{ir} ($r=1\sim 4$)、及び M_{ir}, R_{ir} ($r=1\sim 4$)は信号122N, 122Mから読出される。この場合座標変換量は予じめ信号130N, 130Mを介して無変換量($\xi=0, \eta=0, \theta=0$)をセットしておき、座標変換回路13N, 13Mでの座標変換を行わないようにしておく。

第5図は座標変換回路13Nの一実施例を示すブロック図である。なお、13N, 13Mは同一構造であり、また各番号に添字としてN又はMを付すべきであるが、簡明のため例えば131Nxを単に131xと記することとする。第5図に於いて、座標変換回路は、選択入力付レジスタ134x, y, d、減算器135x, y, d、正余弦定数ROM133、乗算器136c, s, 137c, s及び加算器138x, 減算器138yから構成される。座標変換量(ξ, η, θ)は、制御部10からの信号130(即ち130N)を介してセットされるデータか、又は特徴点データ X_s, Y_s, D_s が信号131x, y, d(131Nの各部分信号)を介してセットされるかが、制御部の制御信号(複雑になるので図示しない)によって選択され、レジスタ134x, y, dに保持される。また変換動作時では、特徴点データ $X_s, Y_s,$

D_s が特徴点リスト記憶12Nから信号131x, y, dを介して入力されると、減算器135x, y, dによつてレジスタ134x, y, d内に予じめセットされている座標変換量(ξ, η, θ)と減算され、($X_s - \xi$)、($Y_s - \eta$)、($D_s - \theta$)がそれぞれ出力される。信号132dの $\overline{D_s} = (D_s - \theta)$ によつてアドレスされた正余弦ROM133は、予じめ記憶してある余弦値 $\cos(D_s - \theta)$ 及び正弦値 $\sin(D_s - \theta)$ を信号1330c, sに出力する。そして乗算器136c, s, 137c, s及び加減算器138x, yによつて

$$\overline{X_s} = (X_s - \xi) \cos(D_s - \theta) + (Y_s - \eta) \sin(D_s - \theta)$$

$$\overline{Y_s} = (Y_s - \eta) \cos(D_s - \theta) - (X_s - \xi) \sin(D_s - \theta)$$

が演算され、座標変換結果である $\overline{X_s}, \overline{Y_s}, \overline{D_s}$ が出力信号132x, y, dに出力される。以上の出力132x, y, dが第3図132Nに相当している。これで座標変換回路の説明を終えた。

今、座標変換量($\xi = \eta = \theta = 0$)であつたから特徴点 N_s については

$$\overline{X_s} = X_s, \overline{Y_s} = Y_s, \overline{D_s} = D_s$$

ファイル指紋の特徴点 M_i については

$$\overline{X_i} = X_i, \overline{Y_i} = Y_i, \overline{D_i} = D_i$$

となり無変換を意味する。このようにして読出された特徴点 N_s, M_i 2組の X_s, Y_s, D_s, C_s 、及び X_i, Y_i, D_i, C_i は、直ちに対検査回路12に入力信号151を介して送られる。

第6図は対検査回路15の一実施例を示すブロック図である。対検査回路は幾通りかの閾値群を保持する閾値ROM153、差絶対値器154x, y, d, z、比較器155x, y, d, z、及びAND156から構成されている。その動作は、制御部10から信号151x, y, d, zと151x', y', d', z'(第1図151に相当)を介して入力される2つの特徴点データ X_s, Y_s, D_s, C_s 及び X_i, Y_i, D_i, C_i に対し、各々の差の絶対値を差絶対値器154x, y, d, zで算出する。その結果を、制御部10からの入力信号151tによつて選択される閾値ROM153の出力153x, y, d, z即ち閾値 T_x, T_y, T_d, T_c と、比較器155x, y, d, zで比較する。これは、

$$|X_i - X_s| \leq T_x, |Y_i - Y_s| \leq T_y, |D_i - D_s| \leq T_d, |C_i - C_s| \leq T_c$$

を意味する。この比較結果の出力はAND 15 6で統合され、すべての上記条件を満足するか否かを検査出力 15 2として制御部 10に返す。以上で対検査回路の説明を終えた。

探索指紋とファイル指紋の特徴点データ X_s, Y_s, D_s, C_s と X_r, Y_r, D_r, C_r が、上記の対検査回路で検査されるときにの閾値は、集密量に対する閾値 T_c のみが厳しく、 T_x, T_y, T_d は座標整合前であることから、照合する指紋が互に上下反対になつていないという程度の緩い許容条件を設定すべきである。このような検査を通過した特徴点対 $N_s; M_r$ が発見されると、制御部 10は直ちに、各座標変換回路 13 N, Mの変換量レジスタ(第5図 13 4 x, y, d)に、現在特徴点リストか
15
ら読出されている X_s, Y_s, D_s 及び X_r, Y_r, D_r を*

$$\langle M_r \rangle \langle N_s \rangle \quad \langle M_r \rangle \langle N_s \rangle$$

$$|X_r - X_{sr}| \leq T_x', |Y_r - Y_{sr}| \leq T_y', |D_r - D_{sr}| \leq T_d'$$

$|R_r - R_{sr}| \leq T_r'$ (ただし $\langle N_s \rangle$ は特徴点 N_s の局所座標変換を、 $\langle M_r \rangle$ は特徴点 M_r の局所座標変換を意味する)が検査されたこととなる。制御部 10はこの動作を各象限 $r = 1 \sim 4$ について順次行い、その成功回数を候補対値 W_{sr} とし、候補対値 W_{sr} が所定の数以上ならば、特徴点 N_s に対する候補対特徴点番号 M_r を M_{s1} 、候補対値 W_{sr} を
25
 W_{s1} として候補対リスト記憶 18に出力保持する。理解を助けるため第7図のような $N_s; M_r$ に対しては、 $r = 3$ 即ち $N_{s3}; M_{r3}$ のみが $|Y_r \langle M_r \rangle - Y_{sr} \langle N_s \rangle| \leq T_y'$ なる検査で否定され、この場合候補対値は $W_{sr} = 3$ となる。即ち、候補対値の意味は、その値が大きいくほど、特徴点付の可能性が高いことを表わすものである。

候補対リスト記憶 18は第8図に示すような内容保持を行う通常のメモリでよく、第3図に示す制御部 10とは、アドレス信号 18 0が指定する N_s と i によつて決定される記憶単位に、信号 18 1, 18 2を介して1組の M_{si}, W_{si} を書込み読出しを行うことができる。ここで、 i の数は、1つの探索指紋特徴点 N_s と対になる可能性のあるファイル指紋特徴点数であり、通常 $i = 1 \sim 16$ 程度が適当である。上記候補対特徴点 M_{si}, W_{si} の格納に際しては、制御部 10は上記 N_s 行に対して読出し書込みを操作して、 $W_{s1} \geq W_{s2} \geq \dots W_{si} \geq W_{s(i+1)} \geq \dots$ となるように行の記憶内容を W_{s1} の大
40

*保持するとともに、リレーション N_{sr}, R_{sr} ($r = 1 \sim 4$)、及び M_{rr}, R_{rr} ($r = 1 \sim 4$)を制御部内部に保持する。そして、各象限 r 毎に特徴点リスト 12 N 12 Mに対しアドレス信号 12 0 N, 12 0 Mを介して特徴点番号 N_{rr}, M_{rr} を出力し、その特徴点データ X_{sr}, Y_{sr}, D_{sr} 、及び X_{rr}, Y_{rr}, D_{rr} を信号 13 2 N, 13 2 Mを介して読出す。この場合、読み出された特徴点データは、座標変換回路 13 N, 13 Mを通過しているので、それぞれ特徴点 N_s, M_r を原点とする局所座標系に変換されていることになる。この変換された特徴点データと予じめ制御部内で保持されていたリレーション R_{sr} 、及び R_{rr} とが対検査回路 15に送られ、予じめ設定された閾値群 T_x', T_y', T_d', T_r' で、その差異が検査される。即ち
5
10
15
20
25
30
35
40

きき順にソートして格納する。

以上のようにして探索指紋とファイル指紋の特徴点数の積である $N_s \times M_r$ 回の操作によつて候補対リストが完成する。

対指紋照合の第2の過程は偏差平面を用いた座標系整合過程である。

偏差平面 17は、位置偏位 $\Delta X, \Delta Y$ に関しては、第10図で示されるようなアドレス信号 17 0で量子化した2次元アドレス $\Delta X, \Delta Y$ で書込み読出しの行われる通常のメモリであり、方向偏差 ΔD に関しては、第9図に示すようにその一部を量子化1次元アドレス ΔD で使用することもできる構成となつている。

制御部 10は候補対メモリ 18に対しアドレス 18 0を介して N_s ($s = 1 \sim S$)及び i ($i = 1, 2, \dots$)を順次発生して、その内容 M_{si}, W_{si} を読出すと、 N_s を特徴点リスト記憶 12 Nに、 M_{si} を特徴点リスト記憶 12 Mにアドレス信号 12 0 N, 12 0 Mを介して供給し、座標変換回路 13 N, 13 Mを無変換として、特徴点の方向 D_{si}, D_{si} を読出し、制御部内の四則演算器により $\Delta D = D_{si} - D_s$ を算出し、 ΔD をアドレス信号 17 0に供給して相当する偏差平面の要素に書込み信号 17 1を介して W_{si} を加える。(この動作を行うに際して、偏差平面 17の該当要素を全て“0”に初期化しておく必要がある。初期化動作については公知の

メモリクリア機能であつて特に説明しない。)

このような動作を繰返す事により、候補対リストに格納されている全ての $N_s; M_{si}$ の候補対に対して、偏差平面が第9図のようになる。この図で黒点は W_{si} の大きさを模式的に示しており、実際には W_{si} が ΔD の量子化単位に累和されているものである。もし探索指紋とファイル指紋が同一指紋なら、候補対リストに登録される候補対 $N_s; M_{si}$ はリレーション検査により真の対であることが確率的に高く、そのような候補対の特徴点方向 D_s, D_{si} は一定の方向偏差 ΔD^* に第9図の如く集中することが予想される。一方候補対リスト中には、偽の対も存在する可能性があるが、これらの偏位 ΔD は統計学的に ΔD 偏差平面上に散在し、集中することはない。このような方法は、「ハフ変換による特性抽出」としてよく知られている事実である。

制御部10は偏差平面17の各要素を読み出し比較することにより、最大の集中部位を偏差 ΔD^* として、直ちに $\xi = 0, \eta = 0, \theta = \Delta D^*$ を座標変換回路13Mに信号130Mを介してセットする。これにより座標回転についてのみは探索指紋とファイル指紋は整合量が確定したことになる。

制御部10は偏差 ΔD と同様の処理によつて $\Delta X = X_{si} - X_s, \Delta Y = Y_{si} - Y_s$ を求め、第10図に示すような偏位 $\Delta X, \Delta Y$ の集中箇所を偏差平面17上に生成し、その集中箇所 $\Delta X^*, \Delta Y^*$ を決定することにより、座標整合量 $\xi = \Delta X^*, \eta = \Delta Y^*$ を座標変換回路13Mにセットする。以上のようにして座標整合量の決定が完成するが、制御部10は、偏差 ΔD^* 及び偏位 $\Delta X^*, \Delta Y^*$ を決定する際、その偏差平面の集中部分の累和が予じめ設定された閾値より小さいときは、探索指紋とファイル指紋は同一指紋でないと決定し、不一致照合を表わす便宜的な照合値を出力信号102に出力し、以降の照合過程を打切る。また十分な累和が得られた時は、上記座標整合量($\xi = \Delta X^*, \eta = \Delta Y^*, \theta = \Delta D^*$)で、特徴点リスト記憶12Mの特徴点データ $X_i, Y_i, D_i (i = 1 \sim F)$ を全て座標変換する。この動作は、制御部10によつてアドレス信号120Mに $M_i (i = 1 \sim F)$ を供給し、読み出し信号132M, 122Mを介して読み出した後、書き込み信号121Mを介して

再度書き込みするだけでよい。

以上で座標整合過程の説明を終えた。

対指紋照合の第3の過程は、候補対の精選過程である。制御部10は、座標変換回路13Mを無変換状態($\xi = \eta = \theta = 0$)にセットし直した後、候補対リスト記憶18に保持されている全ての候補対 $N_s; M_{si}$ を再度読み出し、 N_s, M_{si} をアドレスとして特徴点リスト記憶12N, 12Mのアドレス信号120N, 120Mに供給し、対応する特徴点データ X_s, Y_s, D_s 、及び X_{si}, Y_{si}, D_{si} を、候補対リスト生成時より厳しい閾値 T_x'', T_y'', T_d'' で、対検査回路15を用いて検査する(この場合、 T_z'' は検査をdon'tcareとするため、差絶対値器154zの最大出力に等しい値とする。)なぜなら、探索指紋とファイル指紋とは座標整合を完了しているため、指紋押捺のときに生ずるの局所的歪みを除いて、特徴点の配置は一致しているはずだからである。この対検査で対でない判定された候補対 $N_s; M_{si}$ は、その候補対値 W_{si} とともに候補対リスト記憶から削除される。これが候補対の精選過程である。

対指紋照合の第4の過程は、候補対値の補正過程である。精選された候補対リストの全ての候補対 $N_s; M_{si}$ に対して、次のような候補対値の補正を行う。第11図は候補対リスト記憶18の記憶内容を示しており、以降では添字が複雑になるので、探索指紋特徴点 N_s に対して候補となるファイル指紋特徴点 M_{si} を単に M_k 、候補対値 W_{si} を単に W_k と記す。制御部10はアドレス180に $N_s (s = 1 \sim S)$ 及び i を供給して、候補対リスト記憶18中の1つの候補対 $N_s; M_{si}$ 即ち $N_s; M_{si}$ を選択して、 M_k を読み出し、 N_s とともにアドレス信号120M, 120Nに供給し、各々の特徴点リスト記憶12N, 13Nからリレーションの特徴点 N_r 、及び $M_{kr} (r = 1 \sim 4)$ を読み出す。次に、制御部10は候補対リスト記憶18の N_{sr} 行の候補特徴点を順次読み出し、読み出された候補特徴点中に M_{kr} と一致するものがあるか否かを、各 r 毎に検査する(この場合の特徴点 M_r の一致とは、単に特徴点番号そのものが一致することである)。もし M_{kr} と一致するものが発見されれば、候補値 W_{kr} を、基になつた M_k の候補対値 W_k に加える。以上の動作を候補対リスト記憶18の全候補対に対して行う。候補対値補正の意義は、第11図説

13

明図に示すように、ある特徴点対 $N_s; M_k$ が真の対であるときは、そのリレーション特徴点である $M_{kr}; M_{kr}(r=1\sim 4)$ 、即ち $N_{s1}; M_{k1}, N_{s2}; M_{k2}, N_{s3}; M_{k3}, N_{s4}; M_{k4}$ の4つの特徴点対が存在するはずであり、従つて、候補対リストの N_{s1} 行に M_{k1} が、 N_{s2} 行に M_{k2} が、…、登録されているはずである。候補対リストの探索することによつて、上記の特徴点対の存在が確認されるときは、 $N_s; M_k$ の対としての信頼度は向上することとなる。特徴点対の信頼度の向上は、 $N_s; M_k$ の候補対値 W_k を増加させる(+ W_{kr})ことによつて補正される。新しい候補対値の大きさに従つて候補対リストは N_s 行単位にソートされる(W_k の順に順序の入換えを行う)。以上で最終的な候補対リストが完成する。

対指紋照合の第5の過程は、対リスト生成過程である。2つの対リスト記憶19N、19Mは、第12図に示されるように同じ表形式の構造であつて、 $N_s(s=1\sim S)$ 、又は $M_f(f=1\sim F)$ でアドレスされ、特徴点番号と対値を保持できる2組のリスト記憶である。制御部10からのアドレス信号190N、又は190Mによつて指定された N_s 、又は M_f のリスト要素が、信号線191N、191M又は192N、192Mによつて、書き込み読み出し可能な構造となつている。

対リストの生成過程は、先ず制御部10からアドレス信号191Nを発生し、 N_1 から N_S までアドレスしながら書き込み信号191Nに一定の初期値データとして特徴点番号に“0”、対値に予じめ設定された負の対値 V_- を供給しながら、対リスト記憶19Nの全リスト要素を初期化する。また同様に、対リスト記憶19Mも初期化する。この作業は、全ての対リスト記憶について非対を意味する初期値データ(0, V_-)を書込み、次の候補対リストからの特徴点対の登録の準備とするものである。即ち、候補対リストからの登録が行われなかつた対リスト要素 N_s 又は M_f には、初期化時の内容(0, V_-)が残存することによつて、非対であることを明示するのが目的である。前記初期化処理の後、制御部10は候補対リスト記憶18に対しアドレス信号190に $N_s(s=1\sim S)$ の順にアドレスを発生し、 $i=1$ の各要素 $M_{s1}, W_{s1}(s=1\sim S)$ を読み出し信号182を介して読出す。読出された $W_{s1}(s=1\sim S)$

14

は制御部10内で比較され、最大となる W_{s1} 即ち N_s 、及び M_{s1} が選択される。さらに、選択された N_s 行の W_{s2} を読み出し予じめ設定されている閾値によつて、 $W_{s1}-W_{s2}$ が十分大きい、即ち N_s に対するファイル指紋特徴点 M_{s1} が、二つ以上競合していないかを検査する($W_{s1}\cong W_{s2}$ なら競合していると判断される)。

検査が満足された場合の N_s, M_{s1}, W_{s1} が対リスト記憶19N、及び19Mに双対的に登録される。即ち、例えば M_{s1} が特徴点 M_f であつたとすれば、対リスト記憶19Nに対して、アドレス N_s のリスト要素に $M_f=M_{s1}, V_f=W_{s1}$ が書き込まれる。同時に対リスト記憶19Mに対しては、アドレス $M_f=M_{s1}$ のリスト要素に $N_s, V_s=W_{s1}$ が書込まれる。以上のような対リストの登録書き込みが行われた場合、特徴点の対 $N_s; M_{s1}$ は確定したので、候補対リスト記憶18の N_s でアドレスされる行は消去され(具体的には M_{s1} へ特徴点番号“0”を書込む)、さらに全ての候補対リスト記憶18の候補対特徴点の中で M_{s1} と等しい要素は全て消去され、行毎にソートしなおされる。

一つの特徴点対 $N_s; M_{s1}$ が処理されると、制御部10は再び次の最大候補対値を有する特徴点対の検索及び対リスト記憶への登録を繰返す。

以上のようにして、候補対リスト記憶の全ての要素がつかると対リスト生成過程が終了する。候補対リスト記憶は、最大でも $\min(S, F)$ しか特徴点対を生成できないので、対リスト全てに登録書き込みは行われず、対リスト記憶中には、初期化状態のままのリスト記憶要素が残る。これが非対特徴点である。

対指紋照合過程の第6の過程は対値決定処理である。対値の決定は、対値の補正と、非対値の補正(緩和)の2つの処理によつて成される。

対リスト記憶19Nに対して、制御部10はアドレス信号190Nにアドレス $N_s(s=1\sim S)$ を発生して、対リスト要素(M_f, V_f)を、読み出し信号192Nを介して読み出し、その対値 V_f が正であるときは対値の次のような補正を行う。即ち第13図に示すように、例えば対リスト記憶19N中のアドレス N_s の対値 V_f が正であるときは、その対特徴点 $N_s; M_f$ をアドレスとして、先に述べた候補対値の補正と同様に特徴点リスト記憶12N、12Mをアクセスしてそのリレーション

15

N_{sr} , M_{ir} ($r = 1 \sim 4$) を読出し、対リスト記憶の N_{sr} の対特徴点が M_{ir} でかつ対値 V_{ir} が正の値であるか否かを検査する。もし正の値なら各 r 毎に対リスト記憶 19 N のアドレス信号 19 0 N を N_{sr} にアドレスするよう変更して、対リスト記憶要素を読み出す。読出した対リスト記憶要素の対特徴点が M_{ir} であり、さらに対値が正の値であるか否かが制御部 10 内で検査される。もし、検査が満足されると、対値 V_{ir} が対値 V_i に加えられる。この対値の補正は、先に述べた候補対値の補正と同様に、リレーションで示される近傍特徴点対 (N_{sr} ; M_{ir}) であるとき、基の特徴点対 (N_s ; M_i) がより信頼の高い特徴点対である事実を反映させる処理である。

同様の処理が対リスト記憶 19 M 側でも対リスト記憶 19 N 側とは独立に行われる。

次に、第 14 図の如く対リスト記憶 19 M 上の特徴点 M_i' が正の対値をもっていない非対特徴点である場合に、この M_i' を特徴点リスト記憶 12 M のアドレス信号 12 0 M に供給し、 M_i' の特徴点データを信号 13 2 M, 12 2 M を介して読出し、その位置データ (X_i' , Y_i') を領域パターン記憶 11 N の 2 次元アドレスとして信号 11 0 N に供給する。その結果出力 11 2 N から読み出された領域パターン要素が "0" であれば、上記特徴点 M_i' は探索指紋側の指紋押捺領域外であつたこととなり対値 V_i は don't care を意味する値 "0" に書換えられる。一方領域パターン要素が "1" なら対値 V_i はそのままとなる。対リスト記憶 19 N においても、上記の処理を同様に行う。ただし、この場合特徴点リスト記憶 19 N から特徴点データを読出すときは、座標変換回路 13 N に逆変換量 ($\xi = -\Delta X^*$, $\eta = -\Delta Y^*$, $\theta = -\Delta D^*$) をセットし、領域パターン 11 M を調べる。これは、先に述べた座標整合過程において特徴点リスト記憶 12 M に対しては、($\xi = \Delta X^*$, $\eta = \Delta Y^*$, $\theta = \Delta D^*$) なる座標変換を施して探索指紋及びファイル指紋の紋様特徴の重ね合わせ位置及び方向を整合したが、領域パターン*

$$|X - X'| \leq H'_x, |Y - Y'| \leq H'_y, |D - D'| + \pi \leq H'_d$$

なる比較がおこなわれ、その出力が AND ゲート 16 8 に入力される。ここで方向成分では π ラジアンが差絶対値器 16 3 d の最上位ビット (MSB) に相当するようになっており、方向演算

16

* 11 M に対してはこのような整合を行っていないためである。したがって、探索指紋特徴点 N_s をファイル指紋の領域パターン P_N で検査する場合は座標整合のために近変換 ($\xi = -\Delta X^*$, $\eta = -\Delta Y^*$, $\theta = -\Delta D^*$) を特徴点 N_s の各特徴点データに施す必要がある。

次に、対値が負値 V_i のまま依然として保持されている特徴点については、対向特徴点検査を行う。例えば第 14 図において、制御部 10 は、順次アドレス 19 0 M を発生し、対値を読出し検査することにより、負の値 V_i である M_g については、特徴点リスト記憶 12 M のアドレス 12 0 M に M_g を供給し、リレーションを読出す。そのリレーション M_{gr} ($r = 1 \sim 4$) の内 $R_{gr} = 0$ となるもの方向 D_{gr} ($r = 1 \sim 4$) が基の特徴点 M_g の方向 D_g と正反対を向いているかを、対向検査回路 16 を用いて探す。発見されると、特徴点 M_g , M_{gr} の各位置及び方向を特徴点リスト記憶 12 M から読出し、対向検査回路 16 の入力信号 16 1 に供給する。

第 16 図は対向検査回路 16 の一実施例を示すブロック図である。即ち、差絶対値器 16 3 x, y, d、補数値器 16 3 c、比較器 16 4 x, y, d、方向 ROM 16 5、差絶対値器 16 6 a, b、比較器 16 7 a, b、AND ゲート 16 8 及び閾値 ROM 16 9 から構成され、入力信号 16 1、出力信号 16 2 及び図に示すような結線で接続されている。

「対向」検査されるべき 2 組の特徴点 M_g ; M_{gr} の特徴点データを各々簡略表記して (X , Y , D) と (X' , Y' , D') とする。各特徴点データが、それぞれ入力信号 16 1 の部分信号である 16 1 x, y, d 及び 16 1 x', y', d' に供給されると、補数値 16 3 c で方向 D' のみが方向補数即ち、 π ラジアンだけ反転された後、差絶対値器 16 3 x, y, d で差の絶対値が演算され、入力信号 16 1 の部分信号である閾値指定信号 16 1 t によって、指定された閾値 ROM 16 9 の出力と、比較器 16 1 x, y, d で

に於ける周期性に対する正しい演算が保証される。一方、差絶対値器 16 3 x, y の差絶対値出力と差符号 (演算結果の符号) は方向 ROM 16 5 にアドレスとして入力され、

17

$$D_{xy} = \tan^{-1} \frac{(Y-Y')}{(X-X')}$$

なる D_{xy} が方向ROM 165から出力される。一方、方向D-D'と上記 D_{xy} は、差絶対値器166 a, bでその差の絶対値が演算され、比較器167 a, bで閾値ROM 169からの予じめ定められた閾値と比較され、その結果がANDゲート168に供給される。ANDゲート168は全ての入力が肯定されたとき「対向」検査肯定信号を出力信号162を介して制御部10に戻す。

以上で、対向検査回路の一例を説明した。

負の対値 V_- をもつ、2組の特徴点 M_g, M_{gr} が対向検査回路16によつて、対向であることが検出された場合、制御部10はその特徴点 M_g, M_{gr} をアドレスとして対リスト記憶19Mの対値 V_- とともにdon'tcareの対値“0”に変更する。これは、第15図に示す如く、対向する近接特徴点を検査するもので、このような2組の特徴点は指紋押捺の具合いや機械的な自動特徴抽出時に、抽出されたりされなかつたりする不安定な特徴点であるためである。

以上の処理は、対リスト記憶19Nについて、全く双対的に行われる。

負の対値を有する対リスト記憶19N及び19M中の対向特徴点処理の結果、上述の「対向」特徴点でないときは、最終的に特徴点リスト記憶12M(又は12N)の特徴点 M_r (又は N_s)の集密度 C_r (又は C_s)を讀出すことによつて、制御部10において閾値比較し、それが非常に大きいときはやはり対リスト記憶の該当する対値を“0”にする。この処理の意義は、一般に特徴点が指紋の紋様特性上、局所的に多数偏在する(すなわち集密度大である)ことは稀であり、指紋押捺時のインク濃度や、自動特徴抽出時の雑音抽出による場合が多いためである。以上をまとめて、第17図に模式的に示したように、非対値 V_- の緩和は、探索指紋とファイル指紋との座標整合後の領域パターン P_N, P_M の共通押捺領域外に存在する非対特徴点、及び共通押捺領域内で点線で示した「対向」特徴点及び集密度の大きい特徴点についてそ

$$\langle N_s \rangle \langle M_r \rangle$$

$$\langle N_s \rangle \langle M_r \rangle$$

$$\langle N_s \rangle \langle M_r \rangle$$

$$|X_{sr} - X_{r'}| \leq H_x'', |Y_{sr} - Y_{r'}| \leq H_y'', |D_{sr} - D_{r'}| \leq H_d''$$

なる閾値比較が、念のために行われるべきである。これらは座標変換回路13N, 13M、及び

18

*の非対値 V_- をdon'tcareに緩和しようとするものである。

上記に詳述した非対値 V_- の緩和では、説明の簡明さのためにdon'tcare“0”を書込むとしたが、より精密には“0”に限定せず、各種検査出力に対応して適当な“0”に近い負の対値を導入することができる。

以上で対リスト記憶19N, 19Mの対値が完成すると、対指紋照合の最終過程として照合値算出を行う。

制御部10は対リスト記憶19N及び19Mを順次読出しながら照合値 q として

$$q = \frac{\sum S \times \sum F}{S' \times F'}$$

を算出し、出力信号102を介して出力する。ここにS及びFは、探索指紋及びファイル指紋の対値“0”でない特徴点数を示す。これらの演算については、一般的な四則演算回路で制御部10の内部で実施される。詳細は省略する。

以上で本発明になる指紋照合装置の一実施例の詳細について説明を完了したが、制御部10については、これまでの動作説明によりその構成は当業者には容易に成し得るもので説明を要しない。また、説明を簡明にするため、候補対リスト記憶18の候補対値の補正、及び対リスト記憶19N, 19Mの対値の補正に於いて、リレーションで対応する $N_{sr}; M_{r'} (r=1 \sim 4)$ の検査については、等しい r について検査のみ説明したが、一般的には指紋の特徴点の配位の歪みから必ずしも同じ r で N_{sr} と $M_{r'}$ の対応を期待できるものではなく、 N_{sr} に対し異なる r' による $M_{r'}$ が対応する場合もあるので、 $N_{sr}; M_{r'} (r=1 \sim 4)$ は象限 r 単位(即ち等しい r 毎)で比較するのではなく $(N_{sr}; r=1 \sim 4)$ と $(M_{r'}; r'=1 \sim 4)$ の16回総当りで対応を検査するのが精密である。この場合の対応検査は各々 N_s, M_r を原点とした局所座標系で、予じめ設定された閾値 H_x'', H_y'', H_d'' によつて

対検査回路15を用いれば候補対リスト生成時の処理と同様に可能である。

19

20

本発明の実施例については、その動作説明から明らかなように既製のマイクロコンピュータを用いて、処理装置で対検査回路15、対向検査回路16及び制御部10を、又メモリ装置によつて領域パターン記憶11N、11M、特徴点リスト記憶12N、12M、偏差平面17、候補対リスト記憶18及び対リスト記憶19N、19Mを割当ることによつて等価な出力を得ることが可能であり、本発明はこのようなハードウェア的構成上の変更に対して特許請求範囲を制限されるものではない。

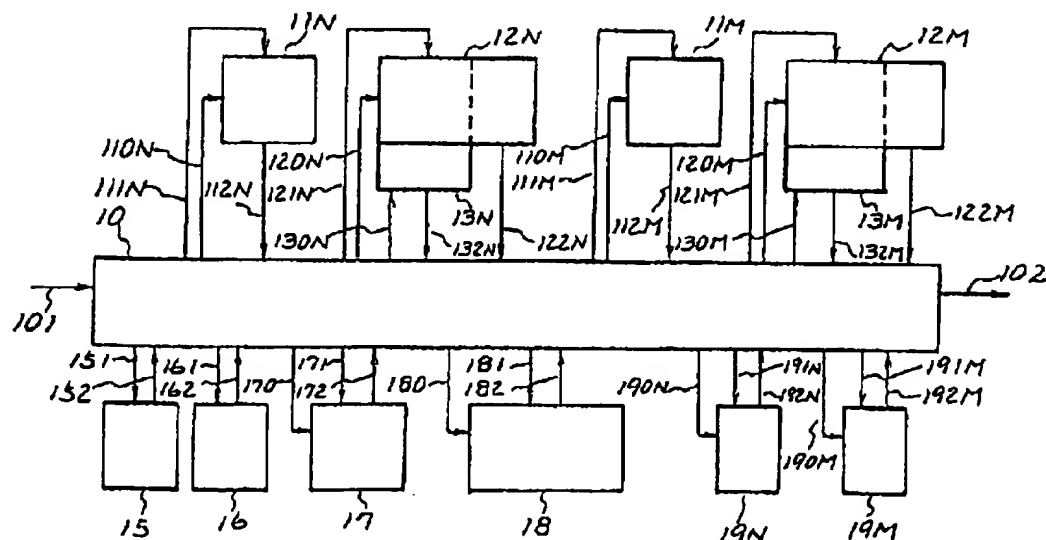
図面の簡単な説明

第1図は、指紋特徴を説明する図、第2図は、指紋特徴を定義する領域パターン記憶及びその内容である領域パターン、特徴点リスト記憶及びその内容である特徴点リストを説明する図、第3図は、本発明になる指紋照合装置の一実施例を示すブロック図、第4図は、本発明の動作の概略を示す概要フロー、第5図は、座標変換回路の一例を示すブロック図、第6図は、対検査回路の一例を示すブロック図、第7図は、候補対の検査の内容

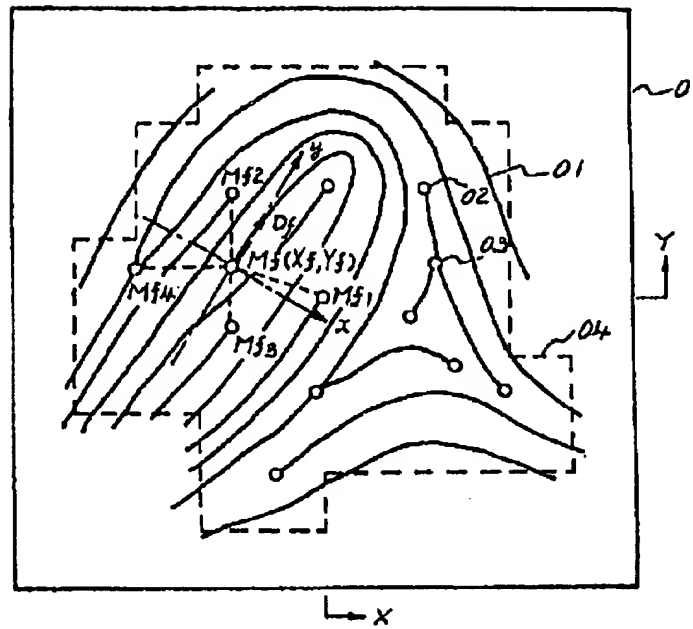
を説明する図、第8図は、候補対リスト記憶及びその内容である候補対リストの構成を示す図、第9図は、座標整合に於ける方向整合の偏差平面を示す図、第10図は、同上の位置整合の偏差平面を示す図、第11図は、候補対リストの候補対値強調過程を説明する図、第12図は、対リスト記憶及びその内容である対リストの構造を示す図、第13図は、対リストの対値修飾を説明する図、第14図は、対リストの非対特徴点を説明する図、第15図は、対向特徴点の指紋上での形体を説明する図、第16図は、対向検査回路の一例を示すブロック図、第17図は、非対値緩和を施す特徴点の例を示す図である。

図において、制御部10、探索指紋の領域パターン記憶11N、特徴点リスト記憶12N、ファイル指紋の領域パターン記憶11M、特徴点リスト記憶12M、座標変換回路13N、13M、対検査回路15、対向検査回路16、偏差平面17、候補対リスト記憶18、及び対リスト記憶19N、19Mをそれぞれ示す。

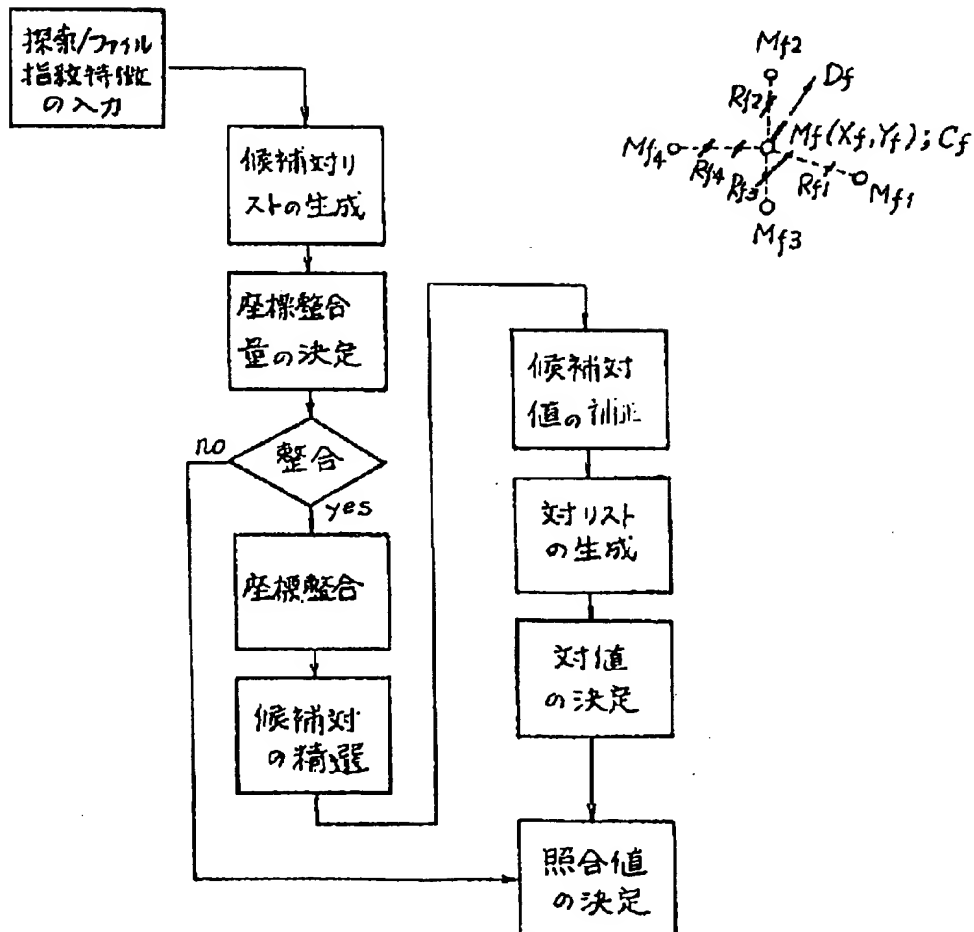
第 3 図

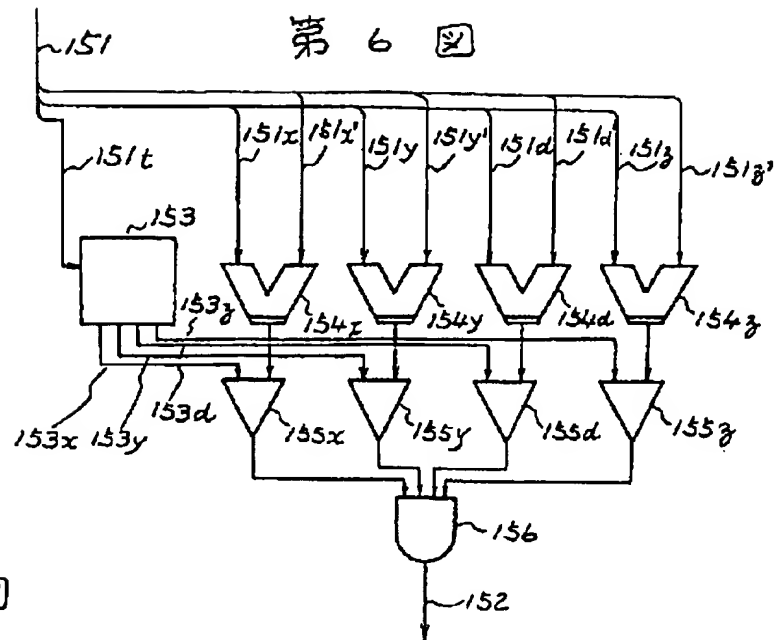


第 1 図

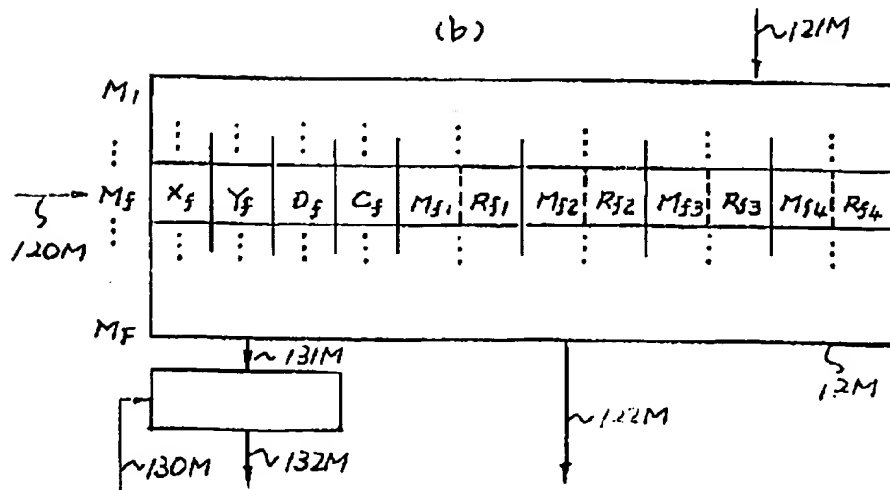
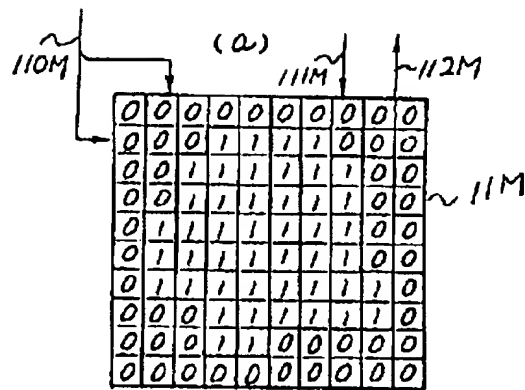


第 4 図

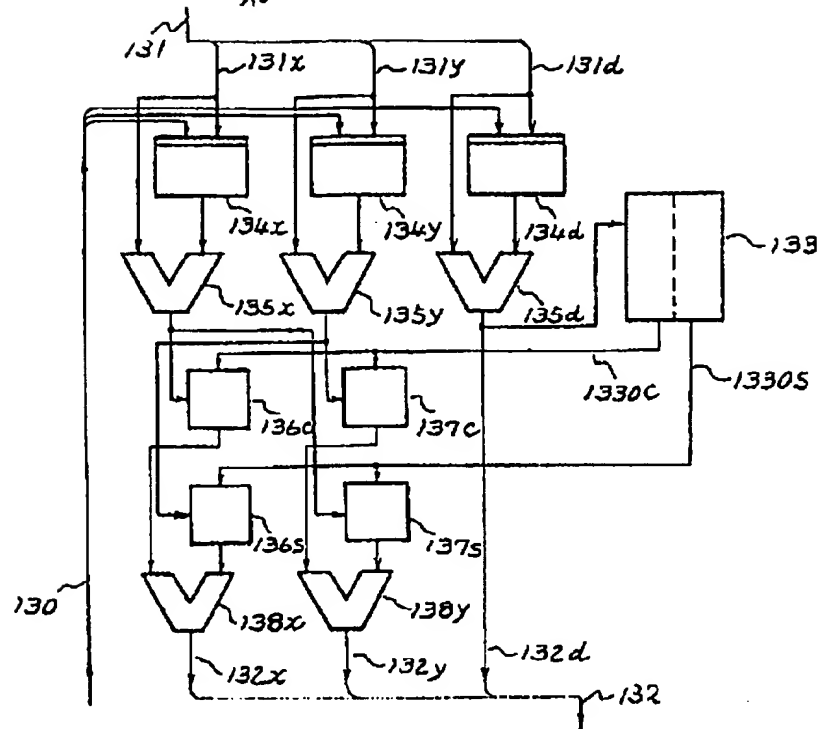




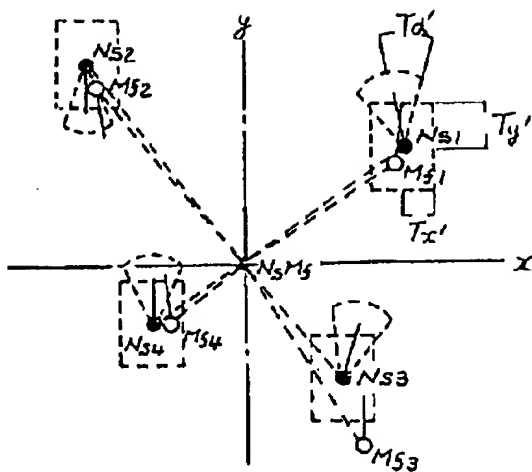
第 2 図



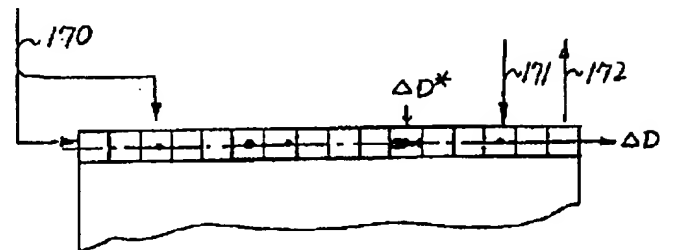
第 5 図



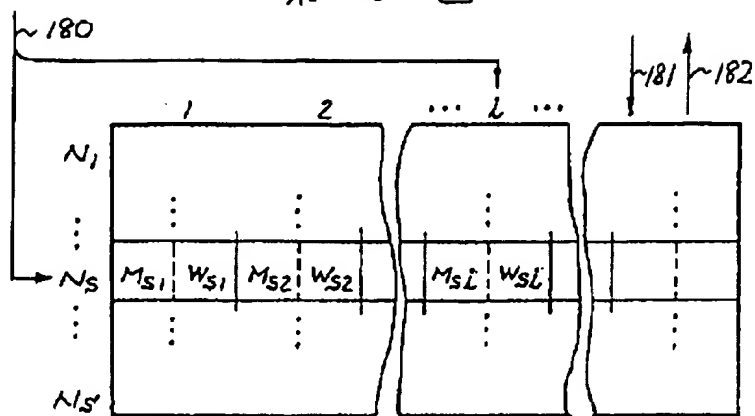
第 7 図



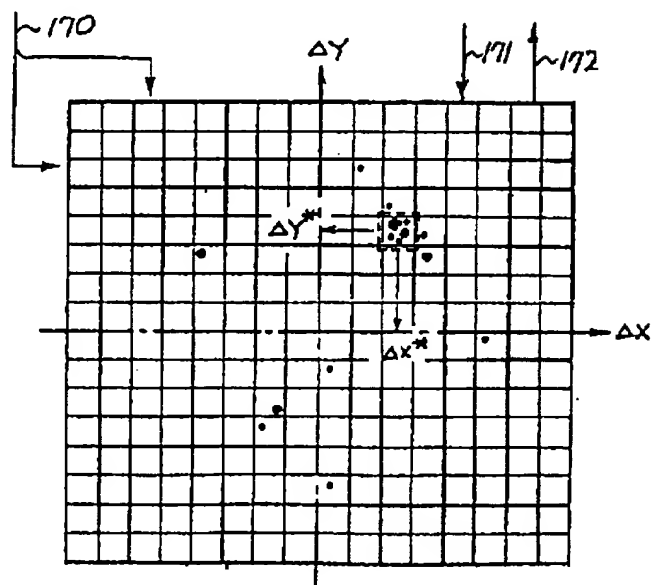
第 9 図



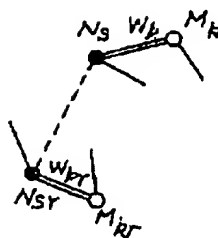
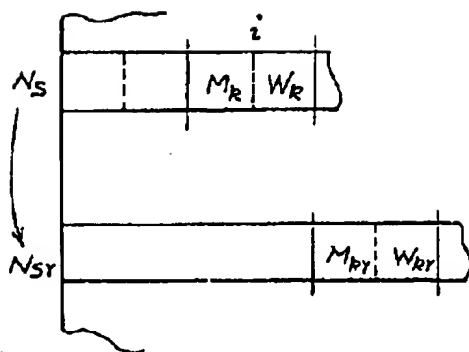
第 8 図



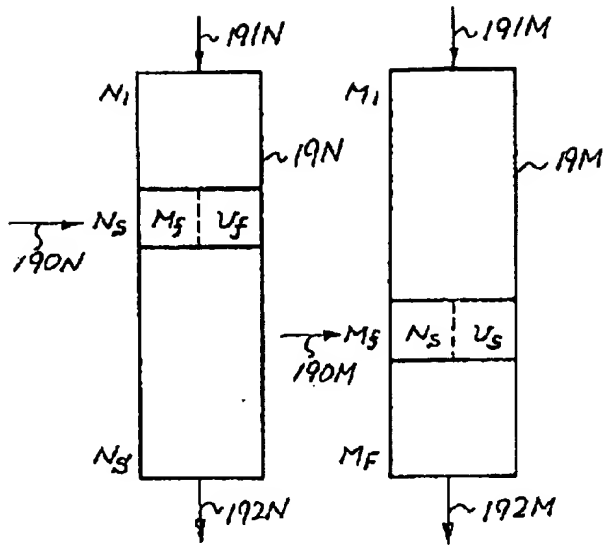
第 10 図



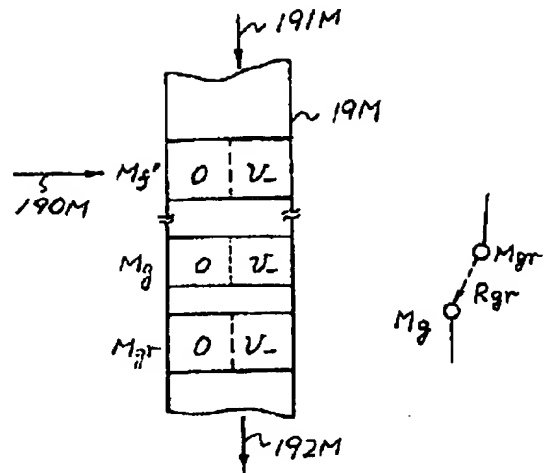
第 11 図



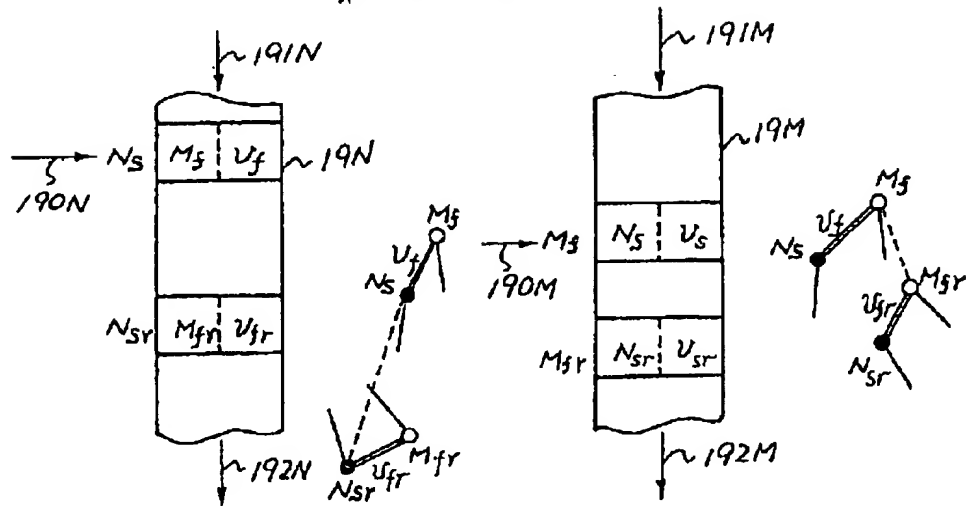
第 12 図



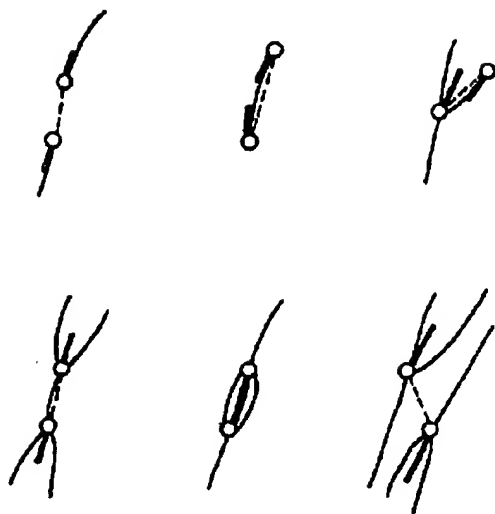
第 14 図



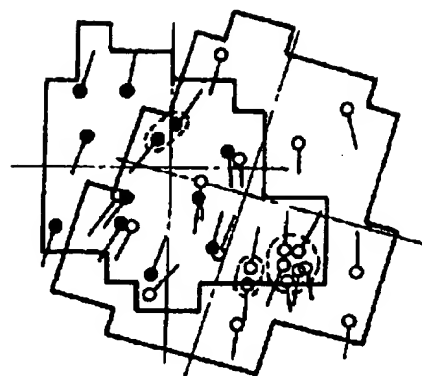
第 13 図



第 15 図



第 17 図



第 16 図

